

Министерство науки и высшего образования РФ  
Правительство города Севастополя  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»  
Всероссийское гидробиологическое общество при Российской академии наук  
Русское географическое общество  
Паразитологическое общество при Российской академии наук

# Изучение водных и наземных экосистем: история и современность

Международная научная конференция, посвящённая 150-летию  
Севастопольской биологической станции —  
Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского  
и 45-летию НИС «Профессор Водяницкий»

Тезисы докладов

13–18 сентября 2021 г.  
Севастополь, Российская Федерация

Севастополь  
ФИЦ ИНБЮМ  
2021

## **Распределение растворённого кислорода вблизи действующих мелководных струйных выделений метана**

**Иванова И. Н.<sup>1</sup>, Будников А. А.<sup>1</sup>, Малахова Т. В.<sup>2</sup>, Мурашова А. И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», Севастополь, Россия

[ivair@yandex.ru](mailto:ivair@yandex.ru)

Концентрация растворённого кислорода и степень насыщения вод кислородом определяют состояние морской экосистемы, комфортность существования в ней биологических сообществ, интенсивность протекания основных биологических и биохимических процессов, стабильность гидрохимического и гидрологического режимов. В прибрежной зоне Чёрного моря находится большое количество струйных выделений метана, поэтому информация о кислородном режиме вблизи действующих газовыделений таких прибрежных морских районов представляет особый интерес.

Измерения проводились в летние месяцы 2016–2020 гг. в бухте Ласпи и летом 2019–2020 гг. вблизи мыса Феофан с помощью многопараметрического зонда RCM 9 LW AANDERAA INSTRUMENTS (Норвегия).

Общая площадь зоны газовыделений в бухте Ласпи (N44.420742°, E33.706326°) составляет около 500 м<sup>2</sup>. Одновременно насчитывалось более 20 отдельных точек струйных выходов глубинного газа термогенного генезиса как из скальных образований, так и из песка. Характер газовыделений представляет собой как непрерывный точечный выход одноразмерных пузырей, которые, проходя через водный слой, достигают поверхности, так и выход пузырьков метана кластерами. Зонд RCM 9 устанавливался так, чтобы датчики прибора располагались в струе пузырьков газовыделений на высоте 0,5 м от дна. Как правило, измерения в этом случае проводились 24 часа. Для сопоставления данных перед началом суточных измерений и после них зонд RCM 9 устанавливался на фоновой станции, где нет газовыделений, и в течение 20–30 минут снимал показания параметров воды. Точность измерений O<sub>2</sub> составляла 0,25 мг·л<sup>-1</sup>. На основе анализа данных при различных метеоусловиях за 2016–2020 гг. было отмечено, что и O<sub>2</sub>, и степень насыщенности воды кислородом на фоновых площадках больше, то есть при одинаковых прочих условиях над действующим струйным выходом метана снижаются содержание растворённого кислорода O<sub>2</sub> и его насыщенность. Для 2016 г. разница между средним значением O<sub>2</sub> над точкой выхода метана и фоновой станцией составила 0,5–1 мг·л<sup>-1</sup>, для 2017 г. — 0,3 мг·л<sup>-1</sup>, для 2018 г. — 0,5–1,5 мг·л<sup>-1</sup>, для 2019 г. — 0,4–0,8 мг·л<sup>-1</sup>, для 2020 г. — 0,7 мг·л<sup>-1</sup>. Степень насыщенности воды кислородом на фоновых площадках оказывалась больше на 5–16 % (5 % — для 2016 г.; 16 % — для 2019 г.).

Мыс Феофан расположен в Голубой бухте (N44.5594°, E33.4002°). В подводной части мыса прослеживаются разломы в виде трёх каньонов глубиной более 10 м и шириной около 5 м. В двух каньонах из трёх зафиксированы многочисленные газовыделения из дна. Определённый ранее компонентный и изотопный состав углерода метана (C<sub>1</sub>/C<sub>2+</sub>/δ<sup>13</sup>C-CH<sub>4</sub>) указывает на то, что метан в этом районе относится к биогенному типу. Измерения проводились летом 2019 и 2020 гг. в каньонах и фоновых площадках рядом с каньонами. Было зафиксировано значительное уменьшение концентрации O<sub>2</sub> в придонном слое воды над площадкой газовыделений, с минимумом 0,2 мг·л<sup>-1</sup> в 2019 г. при условиях явно выраженной температурной стратификации и 5,8 мг·л<sup>-1</sup> в 2020 г. при отсутствии термоклина. Степень насыщенности воды кислородом над площадкой газовыделений уменьшалась с 80 % у поверхности до 20–25 % вблизи дна в 2019 г. Для изме-

рений 2020 г. уменьшение степени насыщенности воды кислородом над площадкой газовыделений в каньонах по-прежнему наблюдалось, но было значительно меньше (97 % у поверхности, 80 % над местом газовыделений). На фоновых площадках как в 2019 г., так и в 2020 г. степень насыщенности воды кислородом оставалась практически постоянной и не менялась с глубиной. По данным 2019 и 2020 гг. были рассчитаны числа Ричардсона  $Ri$  во всех трёх каньонах. В 2020 г. практически на всех глубинах во всех трёх каньонах  $Ri > 0,25$ , что свидетельствует о сильном перемешивании всей водной толщи, включая придонный слой, и, соответственно, о развитии турбулентности. В 2019 г.  $Ri$  в каньоне с газовыделениями также выше критических, однако ниже термоклина значения  $Ri$  начинают резко уменьшаться и достигают своего минимума около дна, что говорит об отсутствии турбулентных процессов ниже термоклина, где наблюдается дефицит растворённого кислорода.

Основные результаты:

1. Показано, что над действующим струйным выделением метана в бухте Ласпи снижаются содержание растворённого кислорода и степень насыщенности воды кислородом по сравнению с фоновой площадкой.
2. Выявлено значительное уменьшение концентрации кислорода и степени насыщенности воды кислородом в придонном слое над местом пузырьковых высачиваний в Голубой бухте (мыс Феофан) при разных условиях стратификации.